

JC17 Rec'd PCT/PTO 31 JUL 2001
09/890613
Priority do
J. White
12-3-01

DOCKET NO.: 4191/PCT
FILED: July 31, 2001
INVENTOR: Michael BISCHOF et al.

TRANSLATOR'S DECLARATION

I, Walter F. Fasse, having an office at 58G Main Road North, Hampden, Maine, 04444-0726; mailing address: P. O. Box 726; solemnly declare:

that I am fully conversant with the German language to fluently read, write, and speak it, I am also fully conversant with the English language;

that I have, to the best of my ability, prepared the attached accurate and literal translation of:

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/EP00/11754

INTERNATIONAL APPLICATION FILED: November 25, 2000

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Date: July 31, 2001


Walter F. Fasse

4191/WFF:ar

USPS EXPRESS MAIL
EL 897 676 425 US
JULY 31 2001



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 57 991.1

Anmeldetag: 2. Dezember 1999

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Anordnung einer Heizschicht für einen Hoch-
temperaturgassensor

IPC: G 01 N 27/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 4. Juli 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Nietiedt

Heilbronn, den 01.12.1999
FTP/H-Pa-P303202

5

Anordnung einer Heizschicht für einen Hochtemperaturgassensor

Die Erfindung **betrifft** eine Anordnung einer Heizschicht für einen Hochtemperaturgassensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Sensoren, die im Abgas eines Verbrennungsmotors eingesetzt werden, müssen nicht nur hochtemperaturstabil sein, sondern sie müssen üblicherweise auch auf eine bestimmte Betriebstemperatur eingeregelt werden, da sowohl die Temperatur des Abgases als auch der Abgasdurchsatz abhängig vom Betriebszustand des Motors sind und stark variieren. Üblicherweise werden solche Sensoren bei einigen hundert Grad Celsius betrieben. Ein typisches
15 Beispiel dafür ist die λ -Sonde, die bei Temperaturen bis 1000°C betrieben werden kann.

20

Neuartige, planare Abgassensoren, die derzeit von verschiedenen Herstellern aufgebaut werden, bestehen aus einem Aufbau, wie er in Figur 1a, 1b und 1c in verschiedenen Perspektiven dargestellt ist. **Figur 1a** zeigt hierbei als Draufsicht die Oberseite des Sensors, **Figur 1b** zeigt an der mit einer gestrichelten Linie markierten Schnittstelle den Sensor in Seitenansicht und **Figur 1c** zeigt als
25 Draufsicht die Unterseite des Sensors. Zur Orientierung ist ein Koordinatensystem mit einer x, y und z - Achse eingezeichnet. Die Figuren zeigen einen länglichen, rechteckförmigen Träger 1 auch Transducer genannt, der i.Allg. aus einem elektrisch isolierenden Substrat besteht, und auf dessen Unterseite 5, wie in Figur 1b und 1c dargestellt, eine Heizschicht 8 aufgebracht ist. Diese Heizschicht 8 weist eine Heizleiterbahn 6 und einen Zuleitungsteil 2 auf. Die Heizleiterbahn 6 befindet sich auf der Sensorunterseite unter der Funktionsschicht 4, welche auf der Sensoroberseite 7 angeordnet ist. Die

Funktionsschicht 4 bestimmt die speziellen Eigenschaften des Sensors, wie z.B. die Selektivität auf ein bestimmtes Gas oder Ähnliches. Auf der Sensoroberseite 7 ist dann eine den speziellen Anforderungen angepasste Elektrodenstruktur 3 unter der Funktionsschicht 4 aufgebracht. An der Sensorspitze 10 muss auf der Sensoroberseite 7 in dem Bereich, in dem die Funktionsschicht 4 aufgebracht ist, eine über den Ort konstante Temperatur herrschen. Diese wird mit Hilfe der Heizschicht 8 und eines Temperaturfühlers, der in dieser Abbildung nicht dargestellt ist und sich auf der Sensorunterseite befindet, erreicht. Dadurch wird die Funktionsschicht 4 auf eine bestimmte Temperatur, die sogenannte Betriebstemperatur, geregelt.

Eine weitere Funktion des länglich aussehenden Trägers ist es sicherzustellen, dass die Temperatur an der der Sensorspitze 10 abgewandten Seite, der sogenannten Sensoranschlusseite 9, so niedrig ist, dass kunststoffisolierte Kabel als Messleitung bzw. als Leistungszuleitung am Ende des Zuleitungsteils 2 der Heizschicht 8 angebracht werden können.

Für die Funktion des Sensors ist es von entscheidender Bedeutung wie konstant das Temperaturprofil an und über der Funktionsschicht 4 ist und wie genau die Betriebstemperatur geregelt werden kann.

Im Anwendungsbeispiel ist die Heizleiterbahn 6 als Heizmäander angeordnet. Das gleichmäßig zickzackförmige Mäanderband verläuft parallel zur y-Achse. Die konstante Höhe A des Mäanders entspricht hierbei der Länge L der darüber liegenden Funktionsschicht 4. Die Breite b der Heizleiterbahn 6 ist konstant. Die beiden Enden der Heizleiterbahn 6 sind mit dem Zuleitungsteil 2 der Heizschicht 8 verbunden. Das Zuleitungsteil 2 der Heizschicht 8 wird an die Sensoranschlusseite 9 geführt.

In der EP 0720018 A1 wird eine Heizschicht für einen Abgassensor offenbart, bei der die Heizleiterbahn 6 serpentinenförmig angeordnet ist. Der Abstand der Serpentin untereinander ist immer der gleiche. Diese Form entspricht gleichfalls einem gleichmäßig modulierenden Mäanderband, das parallel zur y-Achse des Sensors verläuft.

In der US 5,430,428, DE 43 24 659 C1 und DE 198 30 709 werden gleichfalls Formen für den Verlauf der Heizleiterbahn in einem Abgassensor offenbart. Hierbei ist die Heizleiterbahn mäanderförmig angeordnet. Hierbei ist das gleichmäßig modulierende Mäanderband jedoch rechteckig angeordnet und verläuft auch parallel zur y-Achse des Sensors.

Bei all diesen Veröffentlichungen hat die Heizleiterbahn die Form eines gleichmäßig modulierenden Mäanderbands. Die Höhe A des Mäanderbands ist während des gesamten Verlaufs konstant.

Ein ähnlicher Aufbau von verschiedenen Gassensoren ist auch im Skript: "Industrielle Gassensorik", insbesondere im Teil 4 von Ingrisch, K.: "Halbleiter Gassensoren" zum Lehrgang 22904/41.551 an der TAE Esslingen; Wiegleb, G. (Hrsg.); Esslingen 1997 und im SAE-Paper 960692 von Ingrisch, K. et al.: "Chemical Sensors for CO/NOx-Detection in Automotive Climate Control Systems" beschrieben.

Auch sind Anordnungen der Heizschicht 8 in Hochtemperaturgassensoren bekannt, bei denen die Heizleiterbahn 6 ein Mäanderband ausbildet, das beginnend am Zuleitungsteil 2 zuerst gleichmäßig modulierend auf der einen Seite parallel zur x-Achse und dann schnurgerade entlang der Sensorspitze parallel zur y-Achse und dann wieder an der anderen Seite gleichmäßig modulierend parallel zur x-Achse zurück zum Zuleitungsteil 2 verläuft. Die Breite b der Heizleiterbahn 6 wird nicht verändert. Die Länge L des Bereichs, in dem die Heizleiterbahn 6 angeordnet ist, entspricht der Länge L der darüber liegenden Funktionsschicht 4. Ein solcher Aufbau ist beispielsweise in der DE 198 48 578 A1 offenbart.

Nachteilig bei all den vorab beschriebenen Anordnungen ist es, dass sich bedingt durch die gute Wärmeleitfähigkeit der üblicherweise verwendeten Al_2O_3 -Substrate ein Temperaturgradient entlang der Längsachse x des Sensors ergibt. Dieser Temperaturgradient unterliegt sehr großen Schwankungen. So beträgt er üblicherweise bei einer Solltemperatur von z.B. 600°C ca. 80°C über die Länge L der Funktionsschicht 4, wie sie in Figur 2b dargestellt ist. In Figur 2b wird die Temperatur an verschiedenen Punkten auf der Sensoroberseite dargestellt.

Um die Temperaturverteilung auf der Sensoroberseite homogener zu machen wird in der EP 0477394 vorgeschlagen, die Heizleiterbahnen an der Sensorspitze in Form einer Leiter aufzubauen, wobei das Leitmuster eine Vielzahl parallel geschalteter Einzeleiter enthält, die so angeordnet werden können, dass über der Länge eine homogene Temperaturverteilung eingestellt werden kann. Hierbei kann sowohl die Breite bzw. der Querschnitt der verschiedenen Heizleiterbahnen und der Abstand zwischen zwei Heizleiterbahnen, welche die Sprossen des Leitergebildes darstellen, variieren.

Nachteilig bei dieser Veröffentlichung ist es jedoch, dass durch die Parallelschaltung sich der Widerstand der Heizleiterbahnen soweit erniedrigt, dass es nicht mehr möglich ist, bei gleichem spezifischen Widerstand des Heizleiterbahnwiderstands (i.A. Platin) einen Widerstand im Bereich von einigen Ohm herzustellen, da ansonsten die Schichtdicke der Struktur so dünn werden müsste, dass sie in Dickschichttechnik nicht mehr zu fertigen ist.

In der DE 19523301 wird eine Heizvorrichtung für einen Hochtemperaturmetalloxidsensor offenbart, bei der ein Substrat vorgesehen ist, auf dem, zusätzlich zu den beiden Zuleitungsteilen der Heizschicht, zwei Messleiterbahnen angebracht werden, die mit der Heizleiterbahn verbunden sind und bei der eine oder mehrere Anschlussleitungen an einem von der Heizleiterbahn möglichst weit entfernten Ort auf den Zuleitungsteil der Heizschicht befestigt sind. Diese Anordnung in Vierdrahttechnik ist als Ersatzschaltbild in Figur 3 abgebildet. Das bedeutet, dass zusätzlich zu den breiten Zuleitungsteilen der Heizschicht zwei weitere Messleitungen eingebracht werden, an denen der Spannungsabfall über dem Heizwiderstand der Heizleiterbahn abgegriffen wird. Bei dieser Vorrichtung spielt es keine Rolle, wie groß die Widerstände R_{z1} und R_{z2} der Zuleitungsteile der Heizschicht sind, weil direkt die Spannung U_w am Heizwiderstand R_w der Heizleiterbahn abgegriffen wird. Da die Spannung U_w stromlos gemessen wird, fällt an den beiden Abgriffswiderständen R_{a1} und R_{a2} keine Spannung ab. Aus dem gemessenen Strom I_w und der Spannung U_w kann der Widerstand mit $R_w = U_w / I_w$ ermittelt werden. Auch ist als Stand der Technik eine vereinfachte Ausführung davon bekannt, die sogenannte Dreidrahttechnik. Nimmt man die beiden Widerstände der Zuleitungsteile der Heizschicht als gleich an, kann man auf einen der beiden Spannungsabgriffe verzichten. Man muss dann nur noch die Gesamtspannung U

messen und erhält dann: $R_w = (2xU'_w - U_0)/I_0$. Durch diese Dreidrahttechnik werden ein Messleiter und eine Anschlusskontaktierung eingespart.

5 **Nachteilig** bei dieser Veröffentlichung ist es jedoch, dass das Temperaturprofil des Sensors über die Länge L in x-Richtung nicht konstant ist und damit der Heizwiderstand der Heizleiterbahn nur als ein Mittelwert über den gesamten Bereich L anzusehen ist. Daher kann damit eine Regelung ebenfalls nur sehr ungenau aufgebaut werden. Dies ist besonders dann von Nachteil, wenn sich die Temperatur des Sensorgehäuses stark ändert, wie es z.B. im Abgas eines Automobils der Fall ist, da sich dann der Temperaturgradient über dem
10 Sensorchip ebenfalls sehr stark verändert und sich somit R_w keiner Temperatur der Funktionsschicht zuordnen lässt.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Heizleiterbahn/en so anzuordnen, dass an jeder Stelle der Funktionsfläche des Sensors die gleiche Temperatur herrscht. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Grundlage zu schaffen, mit der eine
15 exakte Temperaturbestimmung und damit verbunden eine genaue Temperaturregelung an der Funktionsfläche ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Patentanspruch 1
20 **gelöst**. Hierbei weist die mäanderförmige Heizleiterbahn in verschiedenen Teilabschnitten bezüglich der x-Achse unterschiedliche partielle Heizwiderstände auf. Die Höhe des partiellen Heizwiderstandes ist abhängig vom Abstand zur Sensorspitze.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Hierbei nimmt der partielle Heizwiderstand in Richtung zur Sensorspitze ab. Dies wird dadurch erreicht, dass die Pfadlänge der Heizleiterbahn und damit des
25 Mäanderbands, welche sich ergibt wenn man das Mäanderband, wie einen in sich verschlungenen Faden auseinanderziehen würde, von Teilabschnitt zu Teilabschnitt variiert. Auch kann die Breite der Heizleiterbahn allein oder zusammen mit der Pfadlänge in verschiedenen Teilabschnitten variieren. Des weiteren werden zusätzlich zu den Zuleitungen der Heizschicht Messzuleitungen
30 mit aufgebracht, mit denen die exakte Temperatur erfasst werden kann, so dass eine genaue Temperaturregelung ermöglicht wird. Bei einer weiteren vorteilhaften

Ausgestaltung lässt sich der zu messende Heizwiderstand einstellen, so dass mehrere Sensoren eine identische Widerstands/Temperaturkennlinie aufweisen.

- Die mit der Erfindung erzielten **Vorteile** bestehen darin, dass der Sensor insbesondere die Funktionsfläche eines Hochtemperaturgassensors auf eine exakte Temperatur eingestellt werden kann, die dann an jedem Ort auf der Funktionsfläche herrscht. Die beheizte Fläche weist dann einen minimalen Temperaturgradienten auf. Die Temperaturmessung liefert genauere Ergebnisse und der gesamte Hochtemperaturgassensor arbeitet mit einer höheren Genauigkeit. Auch lassen sich die Sensoren damit untereinander normieren, so dass für verschiedene Sensoren bei gleichem gemessenen Heizwiderstand die gleiche Temperatur zugeordnet werden kann.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und den Figuren näher erläutert werden.

Es zeigt:

- | | | |
|----|-----------------|---|
| 15 | Figur 1a | die Oberseite eines Hochtemperaturgassensors nach dem Stand der Technik. |
| | Figur 1b | die Seitenansicht eines Hochtemperaturgassensors nach dem Stand der Technik. |
| | Figur 1c | die Unterseite eines Hochtemperaturgassensors mit einer ersten Heizschicht nach dem Stand der Technik. |
| 20 | Figur 2a | die Unterseite eines Hochtemperaturgassensors mit einer zweiten Heizschicht nach dem Stand der Technik. |
| | Figur 2b | die Temperaturverteilung für einen Hochtemperaturgassensor mit der in Figur 2b dargestellten Heizschicht. |
| 25 | Figur 3 | die Schaltung zur Temperaturmessung auf einem Hochtemperaturgassensor nach dem Stand der Technik. |
| | Figur 4a | die erste Heizschicht mit einer mäanderförmigen Heizleiterbahn und unterschiedlichen partiellen Widerständen. |
| 30 | Figur 4b | das Diagramm der Temperaturverteilung für einen Hochtemperaturgassensor mit einer in Figur 4a dargestellten Heizleiterbahn. |

- Figur 5a die zweite Heizschicht mit einer mäanderförmigen Heizleiterbahn und unterschiedlichen partiellen Widerständen.
- Figur 5b das Diagramm der Temperaturverteilung für einen Hochtemperaturgassensor mit einer in Figur 5a dargestellten Heizleiterbahn.
- Figur 6 die Heizschicht mit einer ersten zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung.
- Figur 7 die Heizschicht mit einer zweiten zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung.
- Figur 8 die Heizschicht mit einer dritten zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung.
- Figur 9 die Heizschicht mit einer vierten zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung.
- Figur 10 die Heizschicht mit einer fünften zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung.

Figur 4a zeigt eine Heizschichtanordnung mit einer Heizleiterbahn 6, deren Verlauf ein Mäanderband ausbildet, das beginnend am Zuleitungsteil 2 zuerst modulierend auf der einen Seite parallel zur x-Achse und dann schnurgerade entlang der Sensorspitze parallel zur y-Achse und dann wieder an der anderen Seite modulierend parallel zur x-Achse zurück zum Zuleitungsteil 2 verläuft. Hierbei wurde die Heizschicht 8 mit einer Platindickschichtpaste hergestellt, die durch Siebdrucktechnik auf ein Aluminiumoxidsubstrat aufgebracht und anschließend eingebrannt wurde. Für das Erreichen eines homogenen Temperaturprofils wurde der partielle Heizwiderstand in x-Richtung variiert. Der partielle Heizwiderstand ist proportional zu dem Quotienten aus Pfadlänge l und Breite der Heizleiterbahn b bezogen auf eine Strecke in x-Richtung. Um den Heizwiderstand an das gewünschte Temperaturprofil, das heißt gleiche Temperaturen über die ganze Funktionsschicht hinweg, anzupassen, wird bei dem Ausführungsbeispiel die Pfadlänge l der Heizleiterbahn 6 von Teilabschnitt zu Teilabschnitt verkürzt, indem die Höhe des Mäanderbands 11 ständig reduziert wird. Genauso effektiv wäre es auch, die Modulationsrate, also die Häufigkeit des Richtungswechsels des Mäanderbands 11, bezogen auf eine Strecke in x-Richtung, zu verringern.

Wichtig ist die Relation zwischen der Pfadlänge der Heizleiterbahn 6 und dem Anteil, der in x-Richtung zurückgelegten Wegstrecke. Dadurch kann der partielle Heizwiderstand, pro Längeneinheit in x-Richtung, verändert werden. So können der Funktionsschicht an verschiedenen Stellen unterschiedliche Energiemengen

5 zugeführt werden.

Bei diesem Anwendungsbeispiel wurde eine konstante Heizleiterbahnbreite b von $b \approx 300 \mu\text{m}$ gewählt. Auch fällt bei dieser Abbildung auf, dass der Bereich, in dem die Heizleiterbahn 6 aufgebracht ist, wesentlich länger ist als die Länge L der darüber liegenden Funktionsschicht. Die mäanderförmig angeordnete

10 Heizleiterbahn 6, die zwischen dem Ende der darüber liegenden Funktionsschicht 4 und dem Zuleitungsteil 2 angeordnet ist, dient dazu, den Wärmefluss zur Sensoranschlussseite 9 zu kompensieren und gegenzuheizen. Um dies zu erreichen, wird die meiste Heizleistung, das heißt der größte Anteil an der Gesamtlänge der Heizleiterbahn benötigt. Der hohe Widerstandswert pro

15 Längeneinheit in x-Richtung wird durch den langen gewundenen Pfad der Heizleiterbahn erreicht. Welcher Widerstandswert an welcher Stelle benötigt wird, kann entweder berechnet oder durch Versuche ermittelt werden.

Figur 4b zeigt die Temperaturverteilungskurve entlang der x-Achse für einen Hochtemperaturgassensor mit einer in Figur 4a dargestellten Heizleiterbahn.

20 Hierbei wird die Temperatur entlang der x-Achse über den ganzen Sensor in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze erfasst. Es ist ersichtlich, dass die Temperatur im Bereich der Länge L der Funktionsschicht nur eine sehr geringe Temperaturschwankung ΔT in x-Richtung aufweist. Gegenüber der in Figur 2b dargestellten Temperaturverteilung ergibt sich eine um 60°C geringere

25 Temperaturschwankung ΔT .

Figur 5a zeigt eine Heizschichtanordnung mit einer Heizleiterbahn 6, deren Verlauf ein Mäanderband ausbildet, das beginnend am Zuleitungsteil 2 zuerst modulierend auf der einen Seite parallel zur x-Achse und dann schnurgerade entlang der Sensorspitze parallel zur y-Achse und dann wieder an der anderen

30 Seite modulierend parallel zur x-Achse zurück zum Zuleitungsteil 2 verläuft. Hierbei wurde die Heizschicht 8 mit einer Platindickschichtpaste hergestellt, die durch Siebdrucktechnik auf ein Aluminiumoxidsubstrat aufgebracht und anschließend eingebrannt wurde. Für das Erreichen eines homogenen

Temperaturprofils wurde der partielle Heizwiderstand in x-Richtung variiert. Der partielle Heizwiderstand ist proportional zu dem Quotienten aus Pfadlänge l und Breite der Heizleiterbahn b bezogen auf eine Strecke in x-Richtung. Um den Heizwiderstand an das gewünschte Temperaturprofil, das heißt gleiche
5 Temperaturen über die ganze Funktionsschicht hinweg, anzupassen, wird bei dem Ausführungsbeispiel die Pfadlänge l der Heizleiterbahn **6** von Teilabschnitt zu Teilabschnitt verkürzt, indem sowohl die Höhe **A** des Mäanderbands **11** als auch die Modulationsrate also die Häufigkeit des Richtungswechsels des Mäanderbands **11** in x-Richtung und die Breite b der Heizleiterbahn variiert wird,
10 so dass der partielle Heizwiderstand zur Sensorspitze hin abfällt.

Wichtig ist die Relation zwischen der Pfadlänge der Heizleiterbahn **6** und dem Anteil, der in x-Richtung zurückgelegten Wegstrecke. Dadurch kann der partielle Heizwiderstand, pro Längeneinheit in x-Richtung, verändert werden. So können
15 der Funktionsschicht an verschiedenen Stellen unterschiedliche Energiemengen zugeführt werden. Auch ist die Breite b der Heizleiterbahn von Bedeutung. Je kürzer die Pfadlänge der Heizleiterbahn und je größer deren Breite in einem Teilabschnitt desto geringer ist der partielle Heizwiderstand des Heizleiterbahnbereichs und desto geringer ist die Erwärmung in diesem Bereich.

In diesem Anwendungsbeispiel weist die Heizleiterbahn verschiedene Breiten b
20 auf. An den beiden Abschnitten, die entlang zur x-Achse verlaufen, beträgt die Heizleiterbahnbreite $b \approx 300 \mu\text{m}$, am geraden Abschnitt, der parallel zur y-Achse an der Sensorspitze verläuft, vergrößert sich der Wert auf $b \approx 600 \mu\text{m}$. Auch hier dient wieder die mäanderförmig angeordnete Heizleiterbahn, die zwischen dem Ende der darüber liegenden Funktionsschicht **4** und dem Zuleitungsteil **2**
25 angeordnet ist, dazu, den Wärmefluss zur Sensoranschlussseite **9** zu kompensieren und gegenzuheizen. Um dies zu erreichen, wird die meiste Heizleistung, das heißt der größte Anteil an der Pfadlänge der Heizleiterbahn benötigt. In diesem Anwendungsbeispiel ist es nicht zwingend notwendig, dass die beiden mäanderförmigen Teilstücke achsensymmetrisch sind. Die benötigten
30 Widerstandswerte können auch durch eine Veränderung anderer Parameter erreicht werden. Sie müssen auch nicht exakt parallel verlaufen. Dies ist aber besonders vorteilhaft, wenn der Temperaturgradient in y-Richtung sehr klein sein soll, weil dann der Kurvenverlauf nicht noch einmal separat ermittelt werden muss.

Figur 5b zeigt ein Diagramm der Temperaturverteilung für einen Hochtemperaturgassensor mit einer in Figur 5a dargestellten Heizleiterbahn. Hierbei wird die Temperatur entlang der x-Achse über den ganzen Sensor in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze erfasst. Es ist ersichtlich, dass die Temperaturschwankung ΔT im Bereich Länge L der Funktionsschicht im Vergleich zu Figur 4b weiter verringert wurde.

Aus den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen wird deutlich, dass die charakteristischen Größen die Breite b der Heizleiterbahn und die Pfadlänge l der Heizleiterbahn variiert werden, um eine homogene Temperaturverteilung zu erhalten. Diese charakteristischen Größen können sowohl einzeln als auch in allen möglichen Kombinationen, während des Heizleiterbahnverlaufs variiert werden. Dabei kann die Pfadlänge sowohl durch die Höhe A des Mäanderbands 11 als auch durch die Modulationsrate, also die Häufigkeit des Richtungswechsels in x-Richtung des Mäanderbands 11 variiert werden.

In den weiteren Figuren werden Ausführungen vorgestellt, die es aufgrund der homogenen Temperaturverteilung ermöglichen, die Temperatur auf der Sensoroberfläche genau in dem Bereich, in dem sich die Funktionsschicht befindet, zu bestimmen.

Figur 6 zeigt eine Heizschicht mit einer ersten zusätzlichen Anordnung für Messleitungen zur Temperaturbestimmung. Hier werden parallel zu den breiten Zuleitungsteilen 2 der Heizschicht zwei weitere Bahnen 12, die als Spannungsabgriffe dienen, angebracht. Sie werden von den beiden Enden der Heizleiterbahn 6 zur Sensoranschlussseite 9 geführt. Durch diese Ausführung wird der Zuleitungswiderstand, das heißt der Spannungsabfall über die Zuleitungsteile 2 über der Strecke Z kompensiert, der Anteil des Widerstandes im Bereich G, der zum Gegenheizen dient, wird jedoch mitgemessen. Da im Bereich G, wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen beschrieben, jedoch der größte Temperaturgradient liegt, und da bei G der größte Anteil an der gesamten Pfadlänge der Heizleiterbahn 6 vorhanden ist, setzt sich der Widerstand aus den Widerstandsanteilen der Heizleiterbahn der Teilstrecken G und L zusammen. Nur der Widerstandsanteil bei L wird bei einer im Bereich von L konstanten Temperatur gemessen. Ist der Temperaturgradient bei G bei allen Bedingungen gleich, so kann das Messergebnis exakt ausgewertet werden.

Bei stark schwankenden Umgebungstemperaturen, wie sie z.B. bei einer Anwendung im Abgas eines Automobils der Fall ist, verändert sich der Temperaturgradient im Bereich von G. Dann ist es sinnvoll die Messleitungen so anzuordnen, wie es in **Figur 7** beschrieben ist.

5 In **Figur 7 und 8** sind gleichfalls zwei Messleiterbahnen **12** zur Temperaturbestimmung angebracht. Hier wird die Spannung jedoch in einem Bereich abgegriffen, an dem eine konstante Temperatur herrscht. Das heißt, die Messleiterbahnen **12** können überall an der Heizleiterbahn **6** irgendwo im Bereich von **L** an einer beliebigen Stelle symmetrisch angebracht werden. Hier kann
10 gleichfalls durch die Messung des Widerstands die Temperatur gemessen und damit auch geregelt werden.

In **Figur 9** sind zwei asymmetrische Messleiterbahnen **12** zur Temperaturbestimmung angebracht. Hier wird die Spannung auch in einem Bereich abgegriffen, an dem eine konstante Temperatur herrscht. Das heißt, sie
15 können überall an der Heizleiterbahn **6** irgendwo im Bereich von **L** an einer beliebigen Stelle asymmetrisch angebracht werden. Hier kann gleichfalls durch die Messung des Widerstands die Temperatur gemessen und damit auch geregelt werden.

Figur 10 zeigt eine Heizschicht mit einer variablen Anordnung für
20 Messleiterbahnen **12** zur Temperaturbestimmung. Hierbei werden die Spannungsabgriffe an verschiedenen Stellen **13** innerhalb der Strecke **L** angebracht. Im weiteren Produktionsprozess können die einzelnen Spannungsabgriffe mittels Laserverfahren so durchtrennt bzw. getrimmt werden, dass nur noch eine Verbindung übrig bleibt, die genau den gewünschten
25 Widerstandswert bietet. Auf diese Weise können Produktionsstreuungen z.B. der Schichtdicke oder des spezifischen Widerstands des Heizleiterbahnwerkstoffs kompensiert werden, um dadurch eine für alle Sensoren gleichbleibende Beziehung zwischen gemessenem Widerstandswert und Temperatur zu erhalten. Hierbei bleibt auch der Gesamtwiderstand der Heizleiterbahn **6** unverändert.
30 Derartig aufgebaute Sensoren weisen dann alle eine einheitliche Widerstands-Temperatur-Kennlinie auf. Im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbauten, bei denen an der Sensoranschlusseite durch Variation des Gesamtwiderstands aufwendig

getrimmt wird, findet hier die Trimmung durch Variation des Spannungsabgriffs auf der Hochtemperaturseite statt.

- 5 Naheliegend bei allen Anwendungen ist es, dass die Messleiterbahnen nicht nur wie abgebildet in Vierdrahttechnik, sondern auch analog in Dreidrahttechnik, wie bereits in Figur 3 beschrieben, aufgebaut werden können.

Heilbronn, den 01.12.1999
FTP/H-Pa-P303202

Patentansprüche

- 1) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor, wobei
- 5 - die Heizschicht (8) aus einer Heizleiterbahn (6) besteht und
- die Heizleiterbahn (6) mäanderförmig zwischen einem Zuleitungsteil (2)
- und der Sensorspitze (10) angeordnet ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Heizleiterbahn (6) zwischen dem Zuleitungsteil (2) und der Sensorspitze
- 10 (10) unterschiedliche partielle Heizwiderstände aufweist und die Höhe des
- partiellen Heizwiderstands vom Abstand des partiellen Heizwiderstandes der
- Heizleiterbahn (6) zur Sensorspitze (10) abhängt.
- 2) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach
- 15 Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der partielle
- Heizwiderstand zur Sensorspitze (10) hin abnimmt.
- 3) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach
- Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pfadlänge (l) der
- 20 Heizleiterbahn (6) in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze (10) variiert.
- 4) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach
- Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pfadlänge (l) der
- Heizleiterbahn (6) in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze (10)
- 25 abnimmt.
- 5) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach
- Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b) der
- Heizleiterbahn (6) in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze (10) variiert.
- 30 6) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach
- Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Breite (b) der
- Heizleiterbahn (6) in Richtung der Sensorspitze (10) vergrößert.

BEST AVAILABLE COPY

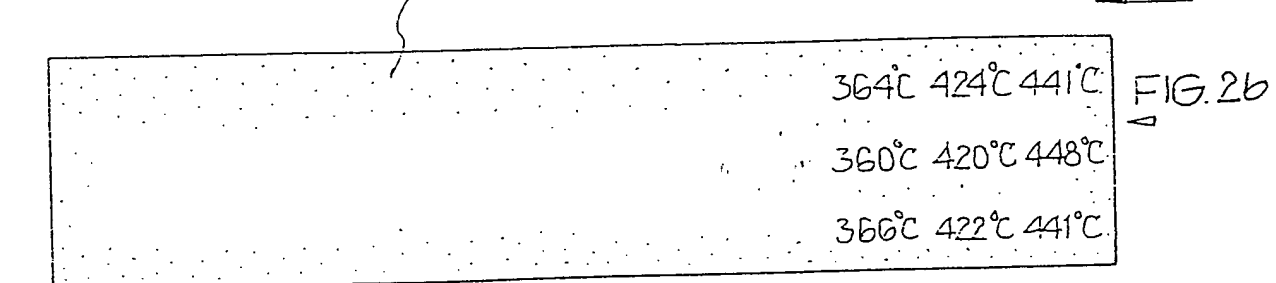
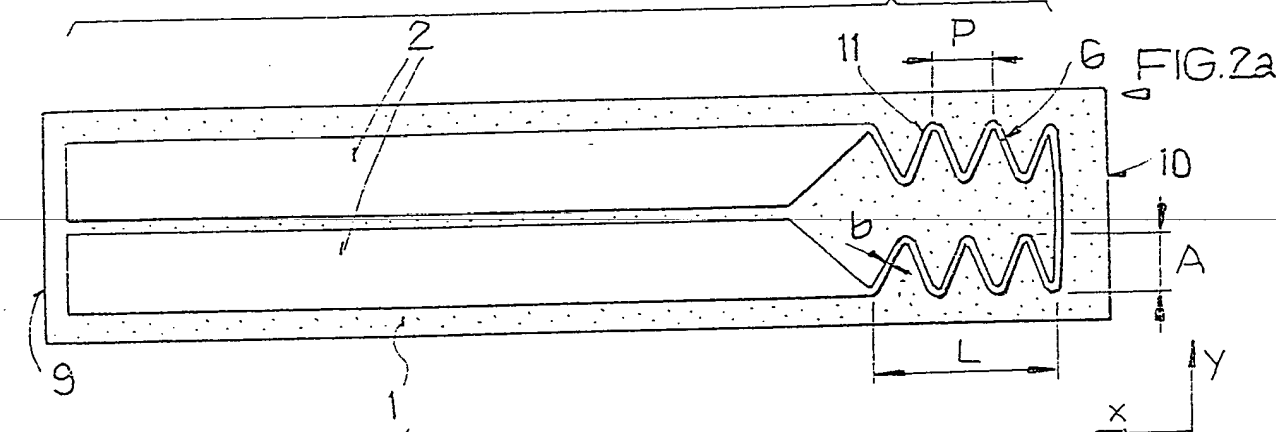
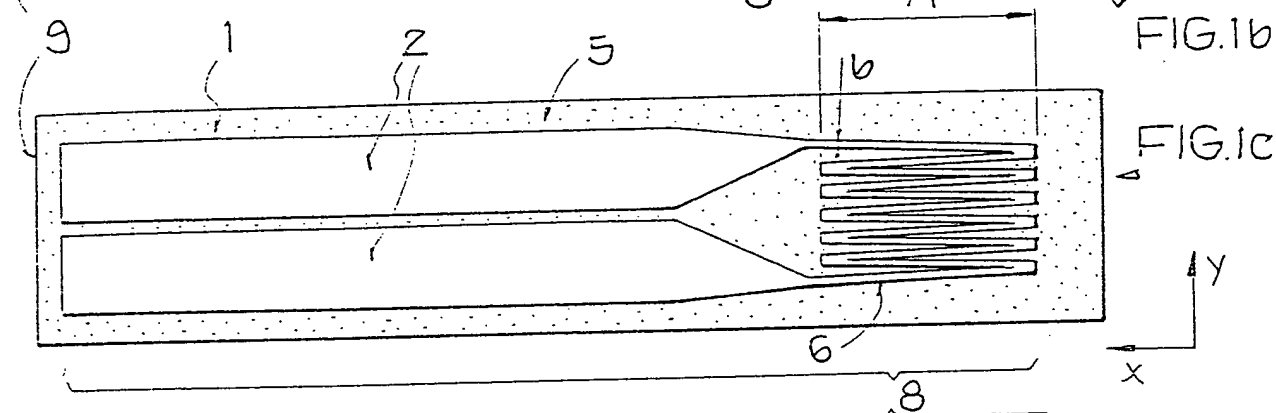
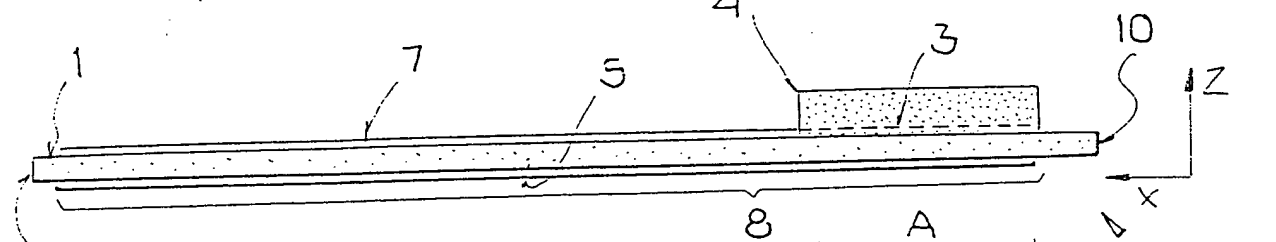
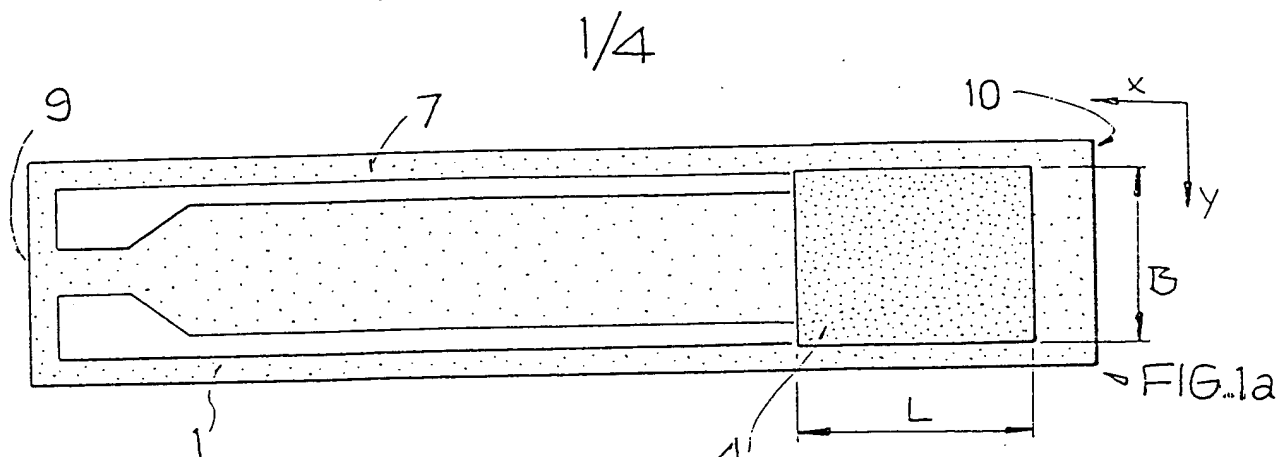
- 5 7) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pfadlänge der Heizleiterbahn (6) und die Breite (b) der Heizleiterbahn (6) in Abhängigkeit vom Abstand zur Sensorspitze (10) variiert.
- 10 8) Anordnung einer Heizschicht (8) für einen Hochtemperaturgassensor nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich von Teilabschnitt zu Teilabschnitt in Richtung zur Sensorspitze (10) die Pfadlänge (l) der Heizleiterbahn (6) reduziert und sich die Breite (b) der Heizleiterbahn (6) vergrößert.
- 15 9) Anordnung einer Heizschicht (8) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich mindestens eine Messleiterbahn (12) zur Bestimmung der Temperatur aufgebracht ist und die Messleiterbahn (12) mit der Heizleiterbahn (6) in Kontakt steht.
- 20 10) Anordnung einer Heizschicht (8) nach Anspruch 9, wobei der Hochtemperaturgassensor eine Funktionsschicht (4) mit der Länge (L) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Kontakt zwischen Messleiterbahn (12) und Heizleiterbahn (6) im Bereich der Länge (L) unterhalb der Funktionsschicht (4) angebracht ist.
- 25 11) Anordnung einer Heizschicht (8) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehr als zwei Kontaktmöglichkeiten (13) zwischen Messleiterbahn (12) und Heizleiterbahn (6) ausgebildet sind, um zwischen verschiedenen Widerstandswerten der Heizleiterbahn (6) auszuwählen.
- 30 12) Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L) der Funktionsschicht (4) kleiner ist als der Abstand (L+G) zwischen Zuleitungsteil und Sensorspitze, in der die Heizleiterbahn (6) angeordnet ist.

Heilbronn, den 01.12.1999
FTP/H-Pa-P303202

Zusammenfassung

1. Anordnung einer Heizschicht für einen Hochtemperaturgassensor.
- 5 2.1. Bei bekannten Hochtemperaturgassensoren kann die Betriebstemperatur an der Funktionsschicht des Sensors weder genau eingestellt oder gemessen noch exakt geregelt werden. Die neue Anordnung soll es ermöglichen, in der Funktionsschicht des Sensors die Arbeitstemperatur flächendeckend exakt einzustellen.
- 10 2.2. Zur Einstellung einer exakten Arbeitstemperatur über die ganze Funktionsschicht hinweg, wird die Heizleiterbahn, die unter der Funktionsschicht angeordnet ist, so aufgebaut, dass sie unterschiedliche partielle Heizwiderstände in den verschiedenen Bereichen aufweist, indem die Pfadlänge und/oder die Breite der Heizleiterbahn von Teilabschnitt zu
15 Teilabschnitt variiert werden.
- 2.3. Derartige Anordnungen werden vor allem für Hochtemperaturgassensoren benötigt, die im Abgas eines Verbrennungsmotors eingesetzt werden.

BEST AVAILABLE COPY



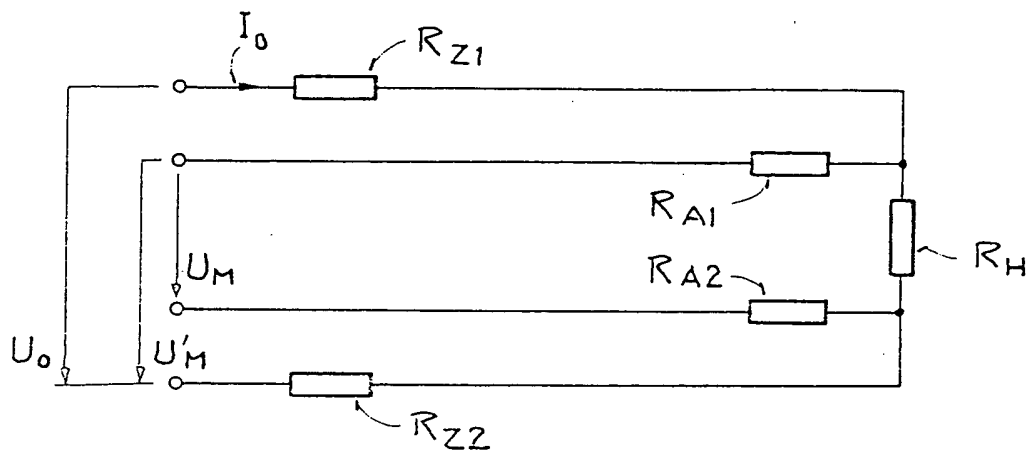


FIG.3

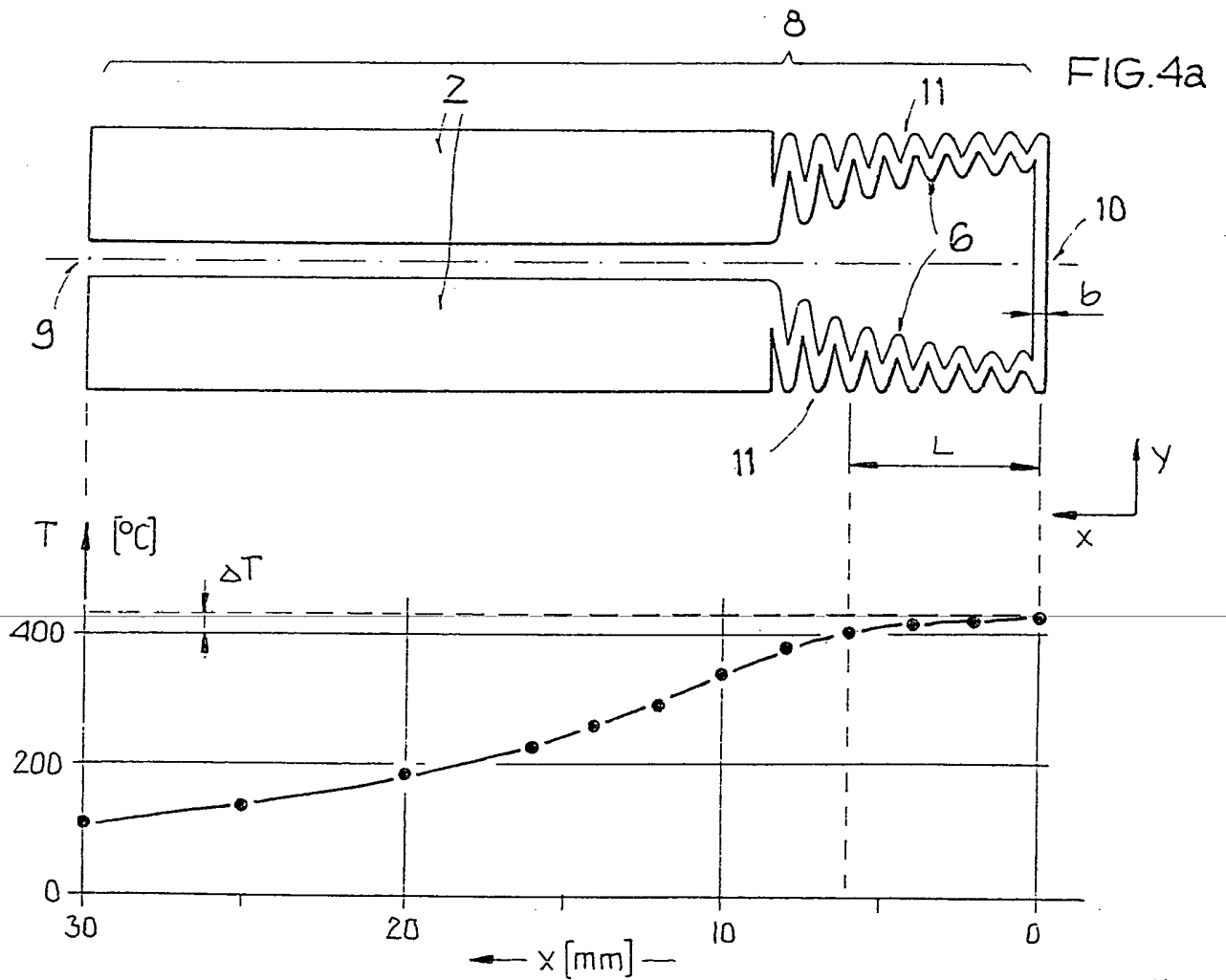
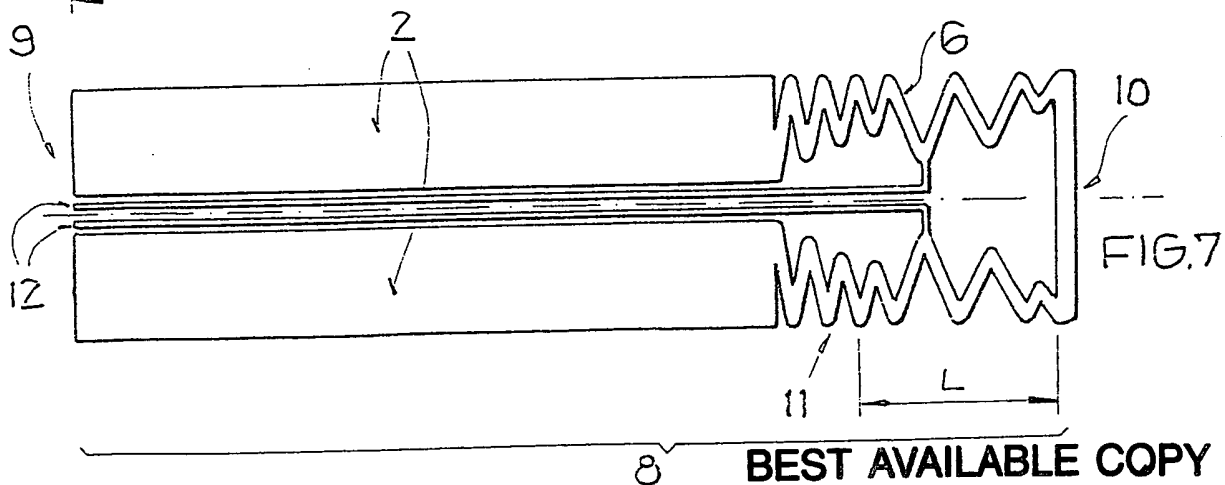
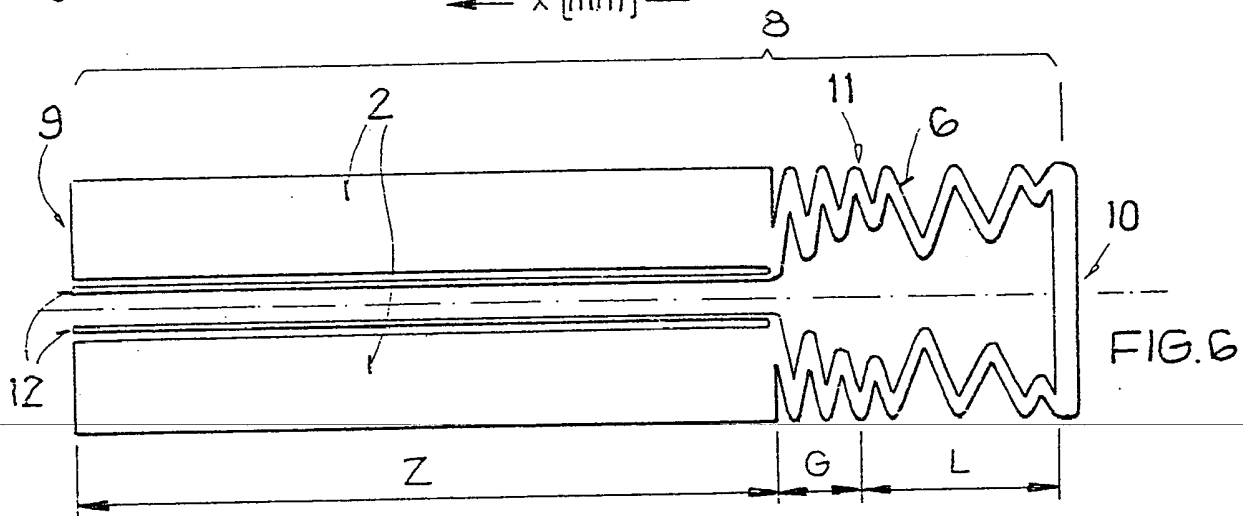
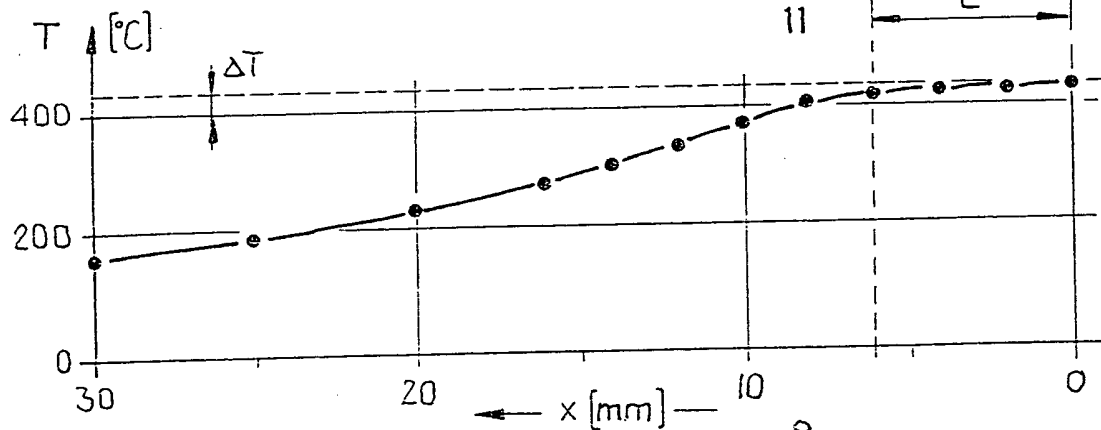
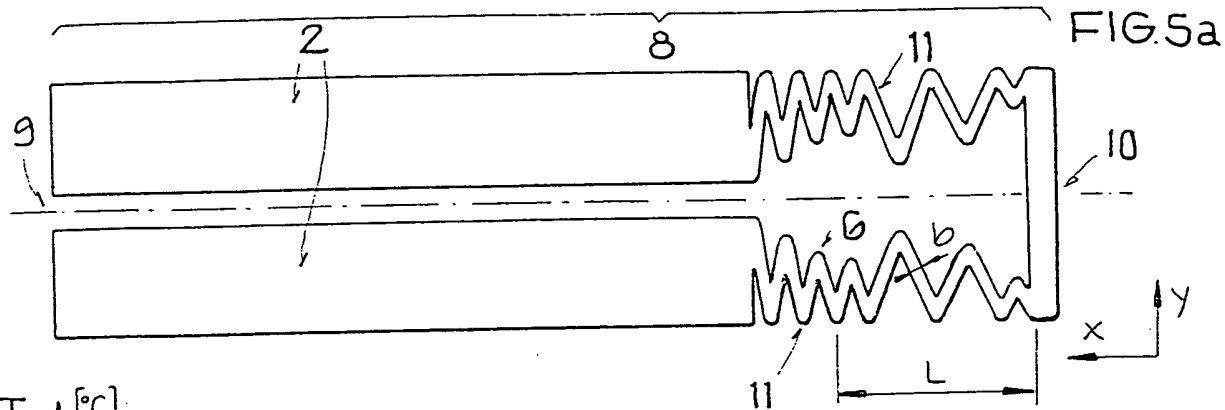


FIG.4b

3/4



BEST AVAILABLE COPY

